doi 10.3969/j.issn.1673-4254.2015.10.24

J South Med Univ, 2015, 35(10): 1492-1496

临床研究

单肺通气预处理对儿童胸腔镜手术围术期氧合的影响

张国强[1],叶 靖[2],陈俊勇[2],刘 威[3],蔡开灿[4]

[1]广州妇女儿童医疗中心麻醉科,[3]胸心外科,广东 广州 510623;南方医科大学南方医院[2]麻醉科,[4]胸心外科,广东 广州 510515

摘要:目的 观察单肺通气(OLV)预处理对儿童不同种类胸腔镜手术围术期氧合的影响。**方法** 择期胸腔镜辅助胸科手术OLV患儿171例,年龄5 d~11岁,3岁以下127例。其中,脓胸廓清+脓肿切除术(脓胸组)55例,纵膈肿瘤切除术(纵膈肿瘤组)34例,膈疝修补或膈肌折叠术(膈疝组)21例,肺叶切除或肺活检(肺疾病组)43例,食管手术(食管组)18例。采用5Fr国产支气管堵塞器,侧卧位后行OLV预处理5~8 min,恢复双肺通气5 min,切皮前再次启动OLV。若$SpO_2<95\%$,管端位置无异常,给予呼末气道正压5 cm H_2O;$SpO_2<90\%$,则间歇双肺通气。**结果** OLV术野优良率93.56%。脓胸组2例、食管组3例术中需要间歇双肺通气,其余166例患儿可耐受OLV。食管组手术时间、OLV时间、术后机械通气时间、术后住院时间(LOS)长于其他组别,术后肺不张例数高于膈疝组和肺疾病组;脓胸组、食管组在肺完全萎陷后、拔除气管导管后的氧合指数低于纵隔肿瘤组($P<0.05$或0.01)。**结论** OLV预处理法可维持大部分患儿OLV期间的氧合,手术时间、OLV时间长的患儿,术后机械通气时间、LOS较长。

关键词:儿童单肺通气;支气管堵塞器;预处理

Effect of one lung ventilation preconditioning on oxygenation during pediatric video-assisted thoracoscopic surgery

ZHANG Guoqiang[1], YE Jing[2], CHEN Junyong[2], LIU Wei[3], CAI Kaican[4]

[1]Department of Anesthesiology, [3]Department of Cardiothoracic Surgery, Guangzhou Women and Children's Medical Center of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510623, China; [2]Department of Anesthesiology, [4]Department of Cardiothoracic Surgery, Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

Abstract: Objective To observe the effect of one lung ventilation (OLV) preconditioning on perioperative oxygenation during pediatric video-assisted thoracoscopic surgeries (VATS). **Methods** A total of 171 children aged 5 days to 11 years underwent VATS for empyema dissection and abscess excisions (n=55), mediastinal tumor resection (n=34), repair of the diaphragmatic hernia or diaphragmatic plication (n=21), pulmonary lobectomy or biopsy (n=43), or esophageal disease (n=18). Of these patients, 127 were younger than 3 years of age. A 5-Fr pediatric endobronchial blocker was used for OLV with a delivered inspired oxygen fraction (FiO_2) of 1.0. After lateral decubitus, a sequential protocol of a 5- to 8-min OLV preconditioning and a 5-min two lung ventilation (TLV) was performed followed by OLV again before incision for VATS. In cases of a $SpO_2<95\%$ without malposition of the blocker during OLV, a 5 cm H_2O positive end expiratory pressure was applied; TLV was maintained for a $SpO_2<90\%$. **Results** OLV provided good surgical conditions in 160 cases. Acceptable saturations were achieved in 166 cases during OLV. In 2 cases in empyema group and 3 in esophageal disease group, the ventilation protocol was converted to intermittent TLV during the operation due to hypoxemia. In esophageal disease group, the procedure and OLV duration, postoperative ventilation time and length of stay (LOS) were the longest among the groups, and the number of cases developing postoperative atelectasis was greater than that in diaphragmatic hernia and pulmonary disease groups. In empyema and esophageal disease groups, the oxygenation index (PaO_2/FiO_2) after total collapse of the lung in OLV and after extubation were lower than that in mediastinal tumor group ($P<0.05$ or 0.01). **Conclusion** OLV preconditioning can maintain an acceptable oxygenation during pediatric OLV. A longer procedure and OLV duration is associated with a prolonged postoperative length of ventilation and LOS.

Key words: pediatric one lung ventilation; endobronchial blocker; preconditioning

随着胸心外科手术技术和肺隔离技巧的发展及肺隔离器具的改良,小儿微创胸腔镜在近20年间逐渐普及,自1995年以来,国外小儿开胸手术的比例下降了60%,而且手术患儿有低龄化的趋势,新生儿胸腔镜手术的个案报道屡不见鲜[1-2]。尽管单肺通气(OLV)技术在成年人的实施已趋成熟,但由于小儿与成人的气道解剖差异,不同年龄段和不同手术种类小儿的呼吸生理功能各异,OLV实施难度较高。目前国际上尚无降低小儿

收稿日期:2015-10-01

基金项目:广东省科技计划(2011B031800230);南方医科大学南方医院院长基金(2014B11)

作者简介:张国强,主任医师,E-mail: gzetmazui@163.com;叶 靖,博士,副主任医师,E-mail: w1605@163.com。张国强、叶 靖共同为第一作者

通信作者:叶 靖,博士,副主任医师,E-mail: w1605@163.com

OLV期间低氧血症发生率的规范化指引，国内也无大样本病例报道和成熟的经验分享。本文将总结171例小儿的OLV实施技巧及OLV预处理对不同种类胸腔镜手术围术期氧合的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2011年8月~2014年3月，广州市妇女儿童医疗中心及南方医科大学南方医院行胸腔镜辅助胸科手术OLV患儿171例，男118例，女53例，体质量2.75~47 kg，身高51~142 cm；年龄5 d~11岁，其中，新生儿14例，29 d~1岁55例，1岁~3岁58例，3岁~7岁33例，7岁以上11例。手术方式包括：脓胸廓清术+脓肿切除术（脓胸组）55例，纵膈肿瘤切除术（纵膈肿瘤组）34例，膈疝修补或膈肌折叠术（膈疝组）21例，肺叶切除或肺活检（肺疾病组）43例，食管手术（食管疾病组）18例。患儿家属均在术前签署知情同意书。患儿既往无胸科手术史，ASA Ⅰ或Ⅱ级，术前无心功能不全，无先天性心脏病、肝、肾病史，非困难气道，未使用机械通气治疗或血管活性药物。

1.2 术前检查

术前行动脉血气分析和胸片、CT等影像学检查，6岁以上患儿行肺功能检查，评估患儿的氧合状态以及对OLV的耐受能力，根据病情作抗感染、化痰、抗过敏、扩张支气管等对症处理。如果病情需要，则行纤维支气管镜（FOB）检查，以判断气道通畅程度和病变位置与范围。

1.3 麻醉方法

麻醉前30 min肌肉注射咪达唑仑0.05 mg/kg，东莨菪碱0.01 mg/kg。1岁以下患儿仅肌肉注射东莨菪碱，30 kg以上患儿东莨菪碱的剂量为0.3 mg。入手术室后滴注醋酸林格液，速率15 ml/(kg·h)，室温控制26~28 ℃。迈瑞T8多功能监测仪监测心电图、上臂无创血压、脉搏氧饱和度（SpO_2）和体温。面罩吸氧去氮行静脉诱导，顺序静脉注射丙泊酚2~2.5 mg/kg、舒芬太尼0.4~0.5 μg/kg和罗库溴铵0.9 mg/kg，长托宁0.01 mg/kg，明视下气管插管。无套囊单腔气管导管型号选择为：新生儿ID3.5 mm，29 d到2个月以内ID 3.5~4.0 mm，2个月到6个月以内ID 4.0~4.5 mm，6个月到1岁ID 4.5~5.0 mm，1岁到3岁ID 5.0~5.5 mm。3岁以上患儿插入有套囊单腔气管导管。气管插管后取平卧位，连接麻醉机行间歇正压双肺通气（TLV），吸入氧分数50%，呼吸频率20~35次/min，吸呼比1∶2，潮气量（V_T）10~15 ml/kg，保持呼气末二氧化碳分压（$P_{ET}CO_2$）30~35 mmHg，实时监测吸气峰压（Ppeak）和分钟通气量（MV）。以七氟醚吸入维持麻醉，行桡动脉穿刺置管和右颈内静脉穿刺置管，监测直接动脉压和中心静脉压。

术中按需追加舒芬太尼和罗库溴铵，维持血压心率波动在基础值的±20%以内，必要时使用多巴胺、阿托品。根据血气分析结果和中心静脉压调整输液速度，当血红蛋白（HB）<100 g/L，输注红细胞和新鲜冰冻血浆。使用保温毯和加温输液仪，维持患儿体温在35.5~37 ℃。

1.4 支气管堵塞法OLV的实施

在麻醉诱导前，以石蜡油充分润滑5Fr国产一次性使用支气管堵塞器（广州维力医疗器械股份有限公司，产品注册证：粤食药监械准字2011第2660226，批号20110701、20120201、20120501、20130501），把堵塞器放入单腔气管导管内，在堵塞器管干上标记套囊近端和远端位于单腔气管导管口时的刻度，并在近端套囊刻度上方1、2、3 cm处作标记（图1）。放置堵塞器前，必须充分吸引气道分泌物。



图1 把堵塞器放入单腔气管导管内，在堵塞器管干分别标记套囊近端和远端位于单腔气管导管口时的刻度

Fig.1 Insert the blocker into the endotracheal tube, mark 5 scales on the bar of the blocker when the proximal and distal end of the balloon just come out of the tube, and then every 1 centimeter beyond the second scale.

1.4.1 堵塞器进入ID 4.5 mm以下单腔气管导管的操作方法 以外径2.2 mm FOB把无套囊单腔气管导管送入术侧支气管1 cm（右支气管）或2 cm（左支气管），堵塞器沿此路径进入一侧支气管后，把单腔气管导管退到气管内，当导管接头退至堵塞器远端套囊标记刻度以上时，继续退出1 cm，使单腔气管导管端位于气管隆突上。在堵塞器套囊充气后通过听诊法对管端定位，并监测Ppeak，排除过深或过浅移位。

如采用上述方法把导管送入支气管时遇到阻力，则不可盲目推进，以免造成气道损伤。替代方法是盲插听诊法。根据术前影像学资料测量的声门到隆突的距离和气管插管深度，计算堵塞器插入深度。气管插管后，把堵塞器管端成角朝向术侧支气管，当套囊越过单腔气管导管口，堵塞器管干上远端套囊标记刻度位于气管导管接头时，把堵塞器继续插入1 cm（左支气管）或0.5 cm（右支气管）。在堵塞器套囊充气后以听诊法定位。

1.4.2 堵塞器进入ID 5.0 mm以上单腔气管导管的操作方法 把堵塞器管端成角朝向拟堵塞的支气管，经单腔

气管导管放置,FOB观察调整,使堵塞管套囊充气后,近端刚好位于气管隆突下。

1.4.3 OLV及预处理的实施 充分吸引患儿气道分泌物后,摆放侧卧位,吸入氧分数100%,以FOB或听诊法确认堵塞器管端位置。对堵塞器套囊充气,作OLV预处理,套囊压力计监控保持套囊压力25 ~30 cm H_2O,机械通气参数维持不变,在5~8 min OLV预处理、消毒完成后恢复TLV。待胸腔镜与视像系统连接时再次启动OLV,根据$P_{ET}CO_2$和动脉二氧化碳分压调整V_T和呼吸频率,并控制Ppeak在30 cm H_2O以下。

若患儿出现SpO_2<95%,且管端位置无异常,给予呼末气道正压(PEEP)5 cm H_2O;如果SpO_2<90%,则间歇TLV。关胸前吸引气道分泌物,恢复TLV,手控通气涨肺,在直视下使肺复张满意。在平卧位后拔出堵塞器,再次吸引分泌物及涨肺。视患儿病情及手术种类,决定拔除气管导管复苏后或直接带管送重症监护病房(ICU)。

1.5 监测项目

于TLV后20 min(T1),侧卧位OLV预处理结束时(T2),肺完全萎陷后(T3),OLV结束(T4),术后拔出气管导管后即刻(T5),拔气管导管后6 h(T6)作动脉血气分析。在切开胸膜后,请手术医生评价术野质量。术野评价等级标准如下[5]:术侧肺萎陷完全,术野暴露良好为优;可获得术侧肺萎陷,但肺内有残气,为良;肺萎陷不完全,仍有通气,干扰术野,为差。术中怀疑管端移位时,用FOB检查或直接调整导管位置。记录堵塞器一次到位率、手术时间、OLV时间、术后机械通气时间、输液量,失血量、尿量,术中导管移位发生率,术后住院时间(LOS)。术后第1天及第7天作胸片检查观察肺复张情况。

脓胸组患儿术后2周复查胸片,其余手术组患儿术后4周复查胸片。

1.6 统计学处理

应用SPSS 13.0统计软件,计量资料用均数±标准差表示。计量资料比较采用t检验或单因素方差分析,计数资料比较采用χ^2检验。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

患儿的堵塞器一次到位成功率为94.15%(161/171),术中支气管堵塞器过浅移位发生率6.43%(11/171)、过深移位发生率2.92%(5/171)。主刀医生评价术野等级优89.47%(153/171),术野等级良4.09%(7/171),其余6例胸腔粘连,5例肺萎陷不良。中转开胸率15.8%(27/171),原因包括解剖异常、出血、肿瘤过大、操作空间不足及胸腔粘连。无二次手术,术后随访半年,无认知功能障碍,无死亡。

2.2 各组患儿的一般情况

膈疝组、食管疾病组患儿的年龄、体质量和身高低于其余各组(P<0.05)。各组性别比和术中支气管堵塞器错位率无统计学差异(P>0.05,表1)。

表1 各组患儿一般情况的比较

Tab.1 Comparison of the characteristics among the groups

Group	Case	Age (year)	Weight (kg)	Height (cm)	Male/female	Case of malposition
Empyema	55	2.42±2.01(0.08-8)	12±5	88±35	36/19	6
Mediastinal tumor	34	2.34±1.88(0.08-7)	12±4	82±30	22/12	3
Diaphragmatic hernia	21	0.81±0.65*#△(0.08-2)	9±6*#△	69±17*#△	17/4	1
Pulmonary disease	43	3.57±2.88(0.08-11)	13±9	92±25	30/13	4
Esophageal disease	18	1.13±1.11*#△(0.013-3)	8±4*#△	65±26*#△	13/5	2

*P<0.05 *vs* group empyema, #P<0.05 *vs* group mediastinal tumor, △P<0.05 *vs* group pulmonary disease.

2.3 各组患儿出入量的比较

脓胸组、纵隔肿瘤组患儿的失血量和输血量高于其余各组(P<0.05或0.01,表2)。

2.4 各组患儿手术相关情况的比较

食管疾病组手术时间、OLV时间、术后机械通气时间、LOS长于其他组别,术后第七天肺不张例数高于膈疝组和肺疾病组(P<0.05或0.01,表3)。

2.5 各组患儿不同时点氧合指数的比较

OLV后PEEP使用例数:脓胸组8例,纵膈肿瘤组2例,膈疝组2例,肺疾病组3例,食管疾病组5例。需要间歇TLV例数:脓胸组2例,食管疾病组3例。

各组在T1、T2、T4、T5的氧合指数比较无统计学差异,脓胸组、食管疾病组在T3、T6的氧合指数低于纵隔肿瘤组(P<0.05,表4)。

3 讨论

数十年前,小儿胸科麻醉肺隔离只能采用小潮气量高呼吸频率双肺通气法、单腔支气管导管法或以Fogarty导管行支气管堵塞法,其缺点不言而喻[3-4]。随着新型小儿支气管阻塞器具和26、28Fr双腔支气管导

表2 各组患儿补液量、失血量和尿量的比较

Tab.2 Comparison of fluid administration, volume of blood loss, and urine volume among the groups (mL, *Mean*±*SD*)

Group	Case	Volume of Ringer lactate solution	Volume of blood plasma	volume of red blood cell	volume of urine	Volume of bleeding
Empyema	55	227±156	113±44	137±88*#△	108±85	172±98*#△
Mediastinal tumor	34	334±120	140±59	102±42*#△	193±91	163±109*#△
Diaphragmatic hernia	21	241±68	58±33	35±14	40±17	22±9
Pulmonary disease	43	247±74	89±46	68±43	47±31	95±66
Esophageal disease	18	290±131	95±62	81±48	171±83	69±28

*P<0.01 *vs* group diaphragmatic hernia, #P<0.05 *vs* group esophageal disease, △P<0.05 *vs* group pulmonary disease.

表3 各组患儿手术相关情况的比较

Tab.3 Comparison of the parameters of the surgical procedures among the groups

Group	Case	OLV (Right /Left)	Procedure duration (min)	OLV duration (min)	Length of ventilation (h)	LOS (d)	Case of postoperative atelectasis
Empyema	55	25/30	87±31*	64±24**	8.7±1.9**	10.0±3.8*	5
Mediastinal tumor	34	14/20	90±42*	76±29*	6.9±2.4**	9.0±2.6*	1
Diaphragmatic hernia	21	8/13	71±24**	56±19**	5.6±2.3**	10.2±4.5*	0*
Pulmonary disease	43	20/23	59±22**	46±13**	7.4±3.9**	9.8±4.2*	1*
Esophageal disease	18	12/6	161±63	113±51	16.6±9.1	13.2±6.3	3

*P<0.05, **P<0.01 *vs* group esophageal disease.

表4 各组患儿不同时点氧合指数的比较

Tab.4 Comparison of oxygenation index among the groups during the operation (mmHg, *Mean*±*SD*)

Group	Case	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Empyema	55	403±82	269±77	157±79*	273±83	339±88	328±66*
Mediastinal tumor	34	455±47	290±82	239±95	284±98	375±49	381±56
Diaphragmatic hernia	21	467±59	271±64	201±82	290±78	380±70	375±86
Pulmonary disease	43	449±68	293±67	216±77	277±89	368±95	373±81
Esophageal disease	18	392±99	261±73	180±100*	258±99	333±64	311±54*

*P<0.05 *vs* group mediastinal tumor.

管的面世，以及3D打印模拟气道模型辅助OLV实施，为小儿肺隔离提供了安全多样的选择[6]。但支气管堵塞法仍是婴幼儿肺隔离的首选，如何提高堵塞器正位率一直是业界难题。

由于ID4.5 mm以下的单腔气管导管无法同时容纳FOB和5Fr支气管堵塞器，本研究采用FOB引导支气管插管法，使单腔导管进入目标支气管，并通过预先测量的刻度定位，简便易行，而且放置国产堵塞器对FOB的依赖程度低于Arndt堵塞器，因此本研究的一次到位率接近95%。对于无法使用FOB定位的小婴儿，可考虑采用听诊法联合超声M mode实时定位[7]。但是，支气管堵塞法的固有缺点是在手术牵拉操作时容易移位、脱出，失去肺隔离效果，甚至堵塞主气道。本研究结果表明，即使在侧卧位后妥善固定堵塞器，仍有10%左右的堵塞器移位发生率，各类手术之间无统计学差异，所以术前应尽量减少气道分泌物，术中密切观察气道压力的变化。

侧卧位以支气管阻塞法行OLV，在涨肺或转换为TLV时可能增加术侧肺血液、分泌物污染健侧肺的风险。因此必须充分吸引术侧肺分泌物之后，才能抽出套囊气体。术侧肺分泌物较多且无法耐受OLV的患儿，应在间歇TLV期间避免手术挤压操作。

小儿堵塞器具的管腔均很狭小，肺自动萎陷所需时间较长，分泌物抽吸能力有限[5]。手术开始后如发现肺萎陷不良但无通气，应考虑肺气肿、粘连等患儿因素，以及堵塞器错位。最常见的错位是堵塞器套囊位于右上肺叶支气管开口，导致右上肺叶既无通气，也不萎陷。这是因为婴幼儿的右上肺叶开口与气管隆突距离短，当距离小于0.5 cm时，即使堵塞器套囊部分位于隆突上，也无法避免部分阻塞右上肺叶开口。为了保证肺隔离

效果，建议使堵塞器套囊处于隆突下，若阻塞了右上肺叶，可先抽出套囊气体，暂停机械通气，使右上肺叶萎陷后再行OLV。

如果术侧肺不萎陷，且仍有通气，则应考虑以下原因：(1)堵塞器套囊脱出，位于气管内，失去肺隔离效果，此时Ppeak可能高达40 cm H_2O，对套囊抽气后，吸气峰值压力可明显下降；(2)堵塞器套囊注气量不足或破裂，这种情况的Ppeak一般在正常范围内；(3)双腔支气管导管插管过浅或支气管套囊注气量不足，通过听诊或FOB可判断。

麻醉医生应根据判断及早处理，调整器具位置或套囊注气量，促进肺萎陷，以改善术野空间，缩短手术时间。由于前期经验积累、堵塞器正位率高及OLV预处理，本研究的术野优良率达93.56%，说明实现良好的小儿OLV肺萎陷不一定需要二氧化碳气胸常规辅助。

低氧血症是OLV期间最主要的并发症，既往研究表明，婴幼儿氧耗量大，功能残气量小，OLV时患侧肺在上的侧卧位通气/血流(V/Q)明显失衡，低氧血症和高碳酸血症的发生率明显高于学龄儿童和青少年，其原因是婴幼儿胸廓软、体型小，在受压情况下不能支撑健侧肺，使功能残气量接近残气量，即使在潮式呼吸时健侧肺也会发生气道闭合；患侧肺和健侧肺之间的流体压力梯度低，健侧肺血流增加不多[2,8-9]。本研究婴幼儿占总病例的74.3%(127/171)，结果表明，在摆放侧卧位后较早启动OLV作5~8 min的预处理，在手术开始前再次OLV时，除了术前合并双肺感染的2例脓胸患儿和3例先天性食管闭锁患儿(年龄5 d~2月)，基本上能够耐受OLV，使手术顺利进行。由于切口画线、洗手、消毒铺巾、视像系统连接等外科操作步骤及吸痰定位等麻醉操作步骤时间相对恒定，使预处理的启动结束时机可控，且预处理操作简便，无需特殊器具，不影响手术进程和患儿的呼吸力学指标，适用于广大OLV患儿。但是OLV预处理改善氧合的机制有待进一步探讨，估计与提前启动缺氧性肺血管收缩有关。

另外，本研究结果显示，手术时间、OLV时间长的患儿，术后机械通气时间和LOS较长。因此，建议在启动OLV前充分吸引通气肺的分泌物，确保肺隔离器具处于理想位置；OLV期间吸入100%氧气，维持SpO_2 95%以上，并尽量缩短OLV时程[10]；但是成年人常用的小潮气量+PEEP的OLV保护性通气策略不一定适合所有婴幼儿，必需根据其病情具体分析[11]。

综上所述，患儿的年龄、原发病、术前状态、机械通气参数设置等因素可影响胸腔镜手术OLV期间低氧血症的发生率，因此，应根据患儿的具体病情和手术种类制定麻醉方案，运用OLV预处理方法改善氧合，及时发现管端错位，使小儿肺隔离顺利实施。

参考文献：

[1] Ho AC, Chen CY, Yang MW, et al. Use of the arndt wire-guided endobronchial blocker to facilitate one-lung ventilation for pediatric empyema during video-assisted thoracoscopy[J]. Chang Gung Med J, 2005, 28(2): 104-10.

[2] Byon HJ, Lee JW, Kim JK, et al. Anesthetic management of video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) in pediatric patients: the issue of safety in infant and younger children[J]. Korean J Anesthesiol, 2010, 59(2): 99-103.

[3] Rao CC, Krishna G, Grosfeld JL, et al. One-lung pediatric anesthesia[J]. Anesth Analg, 1981, 60(6): 450-2.

[4] Lammers CR, Hammer GB, Brodsky JB, et al. Failure to separate and isolate the lungs with an endotracheal tube positioned in the bronchus[J]. Anesth Analg, 1997, 85(4): 946-7.

[5] Disma N, Mameli L, Pini-Prato A, et al. One lung ventilation with Arndt pediatric bronchial blocker for thoracoscopic surgery in children: a unicentric experience[J]. Paediatr Anaesth, 2011, 21(4): 465-7.

[6] Wilson CA, Arthurs OJ, Black AE, et al. Printed three-dimensional airway model assists planning of single-lung ventilation in a small child[J]. Br J Anaesth, 2015, 115(4): 616-20.

[7] Nam JS, Park I, Seo H, et al. The use of lung ultrasonography to confirm lung isolation in an infant who underwent emergent video-assisted thoracoscopic surgery: a case report[J]. Korean J Anesthesiol, 2015, 68(4): 411-4.

[8] Golianu B, Hammer GB. Pediatric thoracic anesthesia[J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2005, 18(1): 5-11.

[9] Stephenson LL, Seefelder C. Routine extraluminal use of the 5F Arndt Endobronchial Blocker for one-lung ventilation in children up to 24 months of age[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2011, 25(4): 683-6.

[10] Karzai W, Schwarzkopf K. Hypoxemia during one-lung ventilation: prediction, prevention, and treatment[J]. Anesthesiology, 2009, 110(6): 1402-11.

[11] Jacob M, Ramesh GS, Narmadha Lakshmi K. Anesthetic management of congenital lobar emphysema in a neonate[J]. Med J Armed Forces India, 2015, 71(Suppl 1): S287-9.

(编辑：孙昌朋)